UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Chemistry of Inorganic Materials

2526-1-FSM02Q005

Obiettivi

Il corso introduce e discute criticamente alcuni metodi avanzati per la sintesi di materiali funzionali inorganici, con particolare attenzione alla selezione dei precursori e delle condizioni di processo per ottenere materiali aventi composizione, proprietà chimico-fisiche e struttura predeterminate. Data l'importanza dei materiali in forma cristallina verranno fornite nozioni di base riguardanti la crescita cristallina a partire dal fuso, da soluzione (bassa e alta temperatura) e da fase vapore.

Questo insegnamento ambisce a contribuire alle competenze specifiche, teoriche e sperimentali, sulle proprietà dei materiali inorganici, e alle capacità pratiche per la preparazione e caratterizzazione dei materiali. Al termine del corso lo studente conoscerà i fondamenti chimico-fisici e di processo relativi ad alcuni tra i principali approcci alla sintesi di materiali inorganici, sia in termini di metodi di sintesi chimica sia di parametri chimico-fisici e di processo per la sintesi di materiali funzionali a base inorganica. Il corso è la naturale integrazione del corso Strategies for materials synthesis – Inorganic strategies for materials synthesis.

Conoscenze e capacità di comprensione: il corso ha l'obiettivo di creare uno spirito critico, volto all'esame e alla comprensione dei processi coinvolti nella preparazione dei materiali inorganici. Lo studente utilizza con dimestichezza concetti e strumenti interpretativi di applicazione generale nell'ambito degli argomenti trattati nelle lezioni.
Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Al termine del corso lo studente maneggia concetti relativi alle nozioni di termodinamica e cinetica da applicare nel campo della sintesi di materiali inorganici di diverse tipologie, inclusa la rilevanza applicativa dei solidi inorganici in processi industriali e nell'ambito della ricerca.
Autonomia di giudizio: grazie alle interazioni con gli studenti in aula viene costantemente stimolato lo sviluppo di un'adeguata autonomia di giudizio.
Abilità comunicative: il corso ha l'obiettivo di migliorare le abilità comunicative. A tale scopo gli esami di profitto sono svolti con modalità orale in presenza dei docente, con particolare cura verso gli aspetti di linguaggio tecnico e scientifico.
Capacità di apprendimento: il corso vuole stimolare e migliorare le capacità di apprendimento grazie all'utilizzo di strumenti didattici diversificati (note del docente, filmati, parti selezionate di testi monografici). Lo studente avrà modo di sviluppare le proprie capacità di apprendimento autonomo, confrontandosi direttamente anche con le fonti

di letterature scientifica, e le proprie abilità comunicative, che verranno verificate in sede di esame orale.

Contenuti sintetici

Distribuzione degli elementi chimici nella crosta terrestre e problema della loro estrazione. Sintesi di materiali funzionali (in forma di cristalli singoli, polveri policristalline, film, materiali con porosità ordinata) mediante: sintesi da fase gassosa, fuso e da soluzione a bassa e alta temperatura, a bassa e alta pressione.
Definizioni avanzate di acidi e basi, proprietà acido-base di materiali inorganici, proprietà delle superfici dei materiali inorganici.

Programma esteso

Disponilità e distribuzione degli elementi chimici nella crosta terrestre: problemi ambientali e tecnologici per l'estrazione degli elementi di interesse per la sintesi di materiali inorganici.

Sintesi di solidi da fase gassosa: deposizione chimica e fisica da vapore, (e tecniche derivate) con modelli cinetici, tipi di reattore, requisiti dei reagenti.

Sintesi da fuso e da soluzione: crescita di cristalli dal fuso: caratteristiche generali e tecniche specifichei (metodi di Verneuil, Bridgman-Stockbarger, Czochralski, Kyroupolos, a zona fluttuante). Crescita da soluzione a bassa e alta temperatura (processi solvotermali e idrotermali, crescita da solventi speciali ad alta temperatura). Reazioni di precipitazione e controllo della morfologia cristallina. Il ruolo di additivi/impurezze.

Sintesi di pigmenti inorganici: caratteristiche generali delle particelle di pigmento (taglia, distribuzione delle taglie, area e chimica di superficie). Metodi generali di sintesi dei pigmenti inorganici. Pigmenti funczionali.

Reattività e stabilità dei materiali inorganici: Definizioni avanzate di acidi e basi, proprietà acido-base e redox dei materiali inorganici, diagrammi di fase e stabilità in acqua e altri solventi.

Chimica delle superfici dei materiali inorganici: Differenze nella reattività delle diverse facce dei materiali inorganici, effetti di nanostrutturazione, funzionalizzazione di superfici, fenomeni di intercalazione in materiali a strati.

Prerequisiti

Il corso di Chimica dei Materiali Inorganici richiede un approccio interdisciplinare che utilizza nozioni acquisite negli insegnamenti di chimica generale e inorganica, chimica organica, chimica fisica (termodinamica ed equilibrio chimico) e nozioni di base di cristallografia.

Modalità didattica

Il corso prevede 24 lezioni frontali da 2 ore in presenza (Didattica Erogativa). Le lezioni verranno impartite in lingua inglese, mediante la proiezione di testo, schemi, diagrammi, fotografie e filmati.

Materiale didattico

Testo di riferimento:
Synthesis of inorganic materials - U. Schubert, N. Hüsing - (2019) - ebook

Testi per approfondimento/consultazione:

- The inorganic chemistry of materials: how to make things out of elements - P.J. van der Put - (1998)
- Solid state chemistry. Compounds - Eds. A.K. Cheetham, P. Day - (1992)
- Inorganic Pigments - G. Pfaff - (2017) - ebook
- Modern inorganic chemistry synthesis – R. Xu, W. Pang, Q. Huo Eds. - (2017) – ebook
- Inorganic chemistry – D. F. Shriver, P. W. Atkins, C. H. Langford – Oxford University Press (1990)
- Inorganic chemistry – J. E. Huheey – Harper & Row Eds. (1983)

Gli argomenti trattati in aula saranno disponibili in formato pdf sulla piattaforma e-learning.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

1° semestre - da settembre 2025

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L’esame consiste in un colloquio orale e individuale. Non sono previste prove in itinere intermedie. La verifica del profitto è volta a valutare la preparazione raggiunta in termini di conoscenza teorica degli argomenti trattati durante le lezioni e della loro applicazione in alcuni casi concreti discussi durante le lezioni. Tra i parametri utilizzati per esprimere il giudizio finale vi è la capacità di esporre in modo chiaro e rigoroso gli argomenti appresi. La votazione viene espressa in trentesimi tra 18/30 e 30/30 inclusi, eventualmente con lode, valutata in base alla completezza e qualità delle risposte fornite dallo studente.

Orario di ricevimento

I docenti sono disponibili per chiarimenti e consigli riguardanti gli argomenti trattati previo appuntamento tramite e-mail a: massimo.moret@unimib.it o sergio.tosoni@unimib.it

Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO